近30 a黄河流域人地系统研究:脉络、热点及展望

陈强强[1,2], 杨 凌[1]

(1. 甘肃农业大学财经学院,甘肃 兰州 730070;
2. 甘肃省生态建设与环境保护研究中心,甘肃 兰州 730070)

摘 要: 黄河流域是我国重要的生态屏障,其生态保护和高质量发展是重大国家战略。以CNKI数据库为基础数据,运用CiteSpace和Origin软件计量统计核心期刊、核心学者的基础上,总结近30 a黄河流域人地系统研究的基本现状、演进脉络、研究热点与前沿动态。结果表明:(1) 黄河流域人地关系评价遵循"初识-衍生-深化-耦合"递进评价的轨迹,应用研究聚焦"流域三生空间评估""城市生态系统与经济发展""人地系统与国土空间开发"以及"人地协调与高质量发展评价"。(2) 以"系统结构-系统评价-实际应用"逻辑梳理研究热点,研究热点由可持续性"现状"评估向"前向"的驱动因子与作用机制,以及"后向"的高质量发展路径选择研究转变,研究方法从传统的耦合协调分析向立体式可视化的空间分析转变,研究数据趋于集传统数据、遥感数据及大数据为一体的综合应用。(3) 未来研究应在"延伸研究领域""重视开发工具""构建综合集成性研究体系""强化区域发展"等方向进行优化与深入,以推动人地系统理论纵深发展,为黄河流域人地系统研究体系提供新视角。

关 键 词: 黄河流域; 人地系统; 研究进展; CiteSpace

文章编号: 1000-6060(2023)10-1692-12(1692~1703)

人地关系是由人类活动与地理环境2个复杂系统相互交织而形成的开放巨系统[1],旨在揭示人类活动与地理环境相互作用关系。人地关系是地理学的永恒研究主题而备受学界关注[2],其思想最早可追溯到哲学家柏拉图与亚里士多德关于一国人口适度规模的论述[3],并逐渐构建以"科学内涵-数学化表达-科学机理"为骨架的人地关系理论框架体系[4]。随着研究深入,以地理学为依托,融合社会学、生态学、经济学等多学科,极大地拓宽了人地关系研究的视角[5]。发展至今,人地系统研究实现了从地球科学领域到人类社会经济领域的扩展[6]。人地关系经历了"一元化-无序多元化-有序多元化"的总体演变历程[7];研究方法从定性向定量研究,由单指标量化向多指标综合集成转变[8];研究范畴从人地系统优化调控到协同[9],再到人地系统共生不断延伸与拓展。这些研究成果对于全面认识人地系统关系,分析人地协调机制与可持续发展等具有重要的现实意义。

黄河流域作为中华民族的发源地,是一个复杂的大尺度河流生态系统,流域人地关系地域差异明显,历来是受人为扰动最频繁,人地关系最为复杂的区域[10]。近年来,黄河流域生态保护和高质量发展融入了人地关系协调发展的新理念[11],研究黄河流域人地关系对保护流域生态、促进区域发展至关重要。本文以1992年为研究起始点,借助CiteSpace、Origin软件检索CNKI核心数据库,对黄河流域人地系统研究相关文献进行可视化分析,总结人地系统研究基本状况、演化脉络,揭示人地系统研究轨迹,追溯学术热点以及展望未来趋势,以期为今后相关研究提供新的思路,为黄河流域人地耦合与绿色发

收稿日期: 2023-01-25; **修订日期:** 2023-02-17
基金项目: 国家社会科学基金项目(21BJY117);甘肃省人文社科项目(22ZZ81)资助
作者简介: 陈强强(1979-),男,教授,主要从事区域生态经济等方面的研究. E-mail: jjglxy666@126.com

展实现路径探究提供参考。

1　材料与方法

1.1　数据来源

以中国知网（CNKI）数据库为数据来源，选择SCI来源期刊、EI来源期刊、核心期刊、CSSCI和CSCD期刊，将检索主题词限定为“黄河流域”“黄河”并依次与“人地系统”“生态保护”“资源地理学”“环境地学”“区域与城乡规划”“历史地理学”以及“可持续发展”组合进行文献检索。文献检索时间跨度为1992—2022年，检索时间为2022年10月7日，共得到680篇文献（不包含学术会议信息、学科资讯、学术争鸣、书评、通知等）。

1.2　研究方法

首先，统计分析发文量、核心作者、核心期刊等基础信息，总结黄河流域人地系统研究基本状况。其次，利用CiteSpace可视化分析人地系统研究进展与趋势。文献检索时间跨度为30 a，CiteSpace的时间切片为1 a，采用寻径功能进行剪枝优化[12]。

2　文献计量分析及演化脉络

选用年度文献数量绘制研究文献年度变化（图1）。可看出，国内关于黄河流域人地系统研究起步早，但长期处于较低水平，1992—2022年累计发文量680篇。考察期间发文量以2018年为分水岭，1992—2018年平稳波动；2019年以来，黄河流域人地系统研究进入新阶段，发文量呈快速上升阶段，表明人地系统研究引起学者的高度关注，已成为学术界争相报道的热点。

2.1　核心期刊

借助CiteSpace软件遴选核心期刊，运用Origin软件进行可视化呈现（图2）。结果显示，1992—

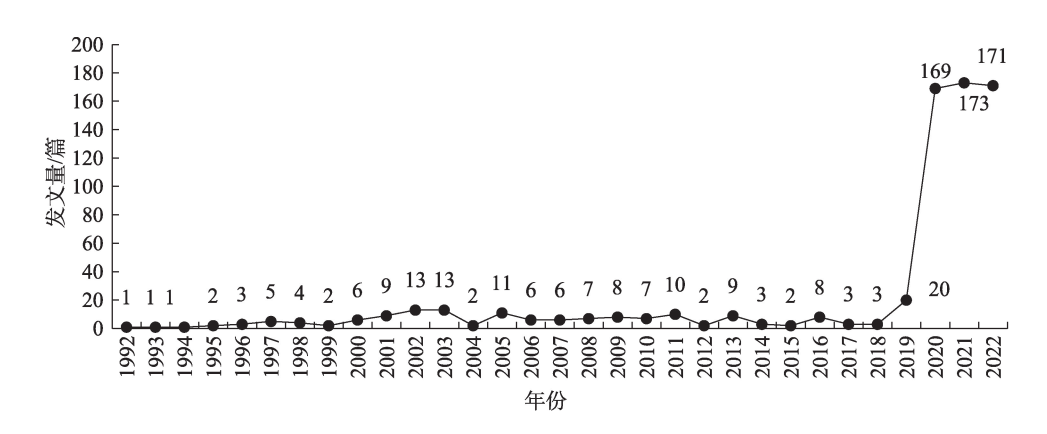


图1　1992—2022年黄河流域人地系统研究文献年度分布

Fig. 1　Annual distribution of human-land system research literature in the Yellow River Basin from 1992 to 2022

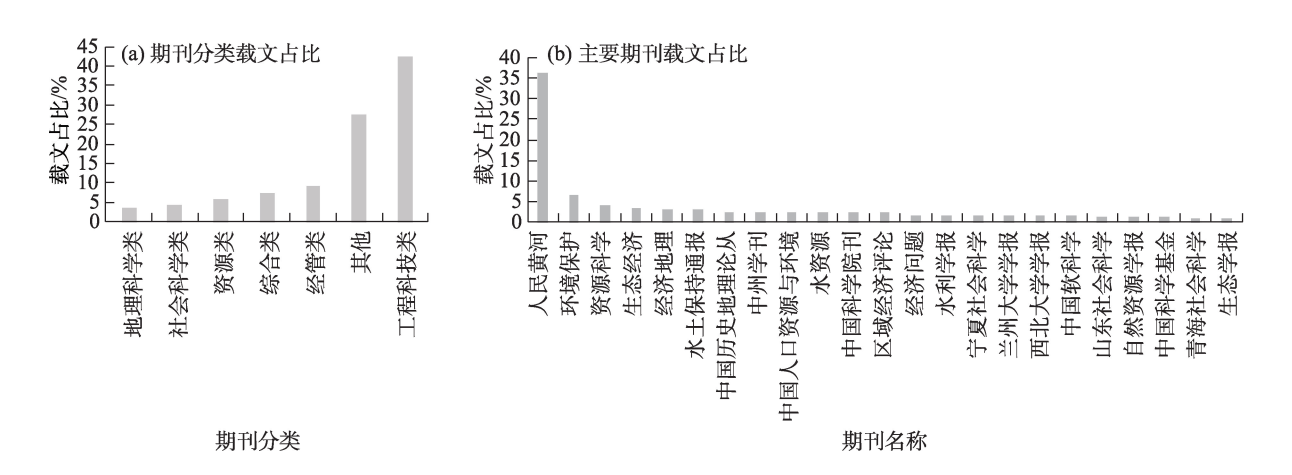


图2　黄河流域人地系统研究核心期刊计量统计

Fig. 2　Quantitative statistics of core journals of human-land system research in the Yellow River Basin

2022年，工程科技类期刊(《人民黄河》《环境保护》)、经管类期刊(《生态经济》《资源科学》《区域经济评论》)，以及资源类期刊(《自然资源》《中国人口·资源与环境》《水资源保护》)刊出文献占文献总量的57.25%，成为黄河流域人地关系研究的主要阵地。地理科学类期刊(《经济地理》《干旱区地理》《地理学报》)、社科类期刊(《中国人口科学》《宁夏社会科学》《青海社会科学》《山东社会科学》)分别占3.52%与4.41%，综合类期刊(《中国科学院刊》、高校学报)占7.32%。

2.2 核心作者

运用CiteSpace对作者进行共现分析发现，任保平以15篇发文量成为黄河流域人地系统研究的最高产作者。根据普莱斯定律，借助核心作者阈值公式：$Ma=0.749\times N_{max}^{1/2}$（$N_{max}$指最高产者的发文数量）[13]，得到核心作者阈值为2.90，故将发文数量>3的作者视为核心作者。统计得到，核心作者有32位，其中，任保平、左其亭、苗长虹、傅伯杰、何爱平发文量排前5位，是最主要的核心发文作者，研究内容涉猎人地系统内涵、人地耦合、城市群及可持续发展等诸多方面(表1)，表明黄河流域人地系统研究影响范围广、社会关注度高。

2.3 演化脉络

结合黄河流域人地系统发展状况和国家政策法规制定背景，对关键词时区图谱进行分析(图3)，黄河流域人地系统研究脉络可分为4个阶段。

(1) 人地系统初识阶段(1992—2000年)。该阶段学者聚焦“黄河流域”“水资源”“黄河下游”“河西

表1 核心作者发文数量

Tab. 1 Number of articles published by the core authors

核心作者	发文量/篇	主要的相关关键词
任保平	15	生态保护、高质量发展、科技创新、黄河流域、发展战略、耦合协调、产业生态化、主体功能区、城市群、水资源、资源承载力、环境治理、监测预警体系、水权市场
左其亭	11	生态保护、高质量发展、研究框架、黄河流域、水资源可再生性
苗长虹	8	高质量发展、调控、主体功能区划、生态保护、粮食安全、城市群、驱动力、空间自相关
傅伯杰、何爱平	5	协同发展、高质量发展、生态保护、调控机制、治理体系、环境规制、技术创新、区域污染转移
丁大发、黄锦辉、叶思源、刘建华等	4	经济-人口-资源-环境、和谐发展、评估体系、时空变化、临界调控、可再生性、可持续发展、水资源

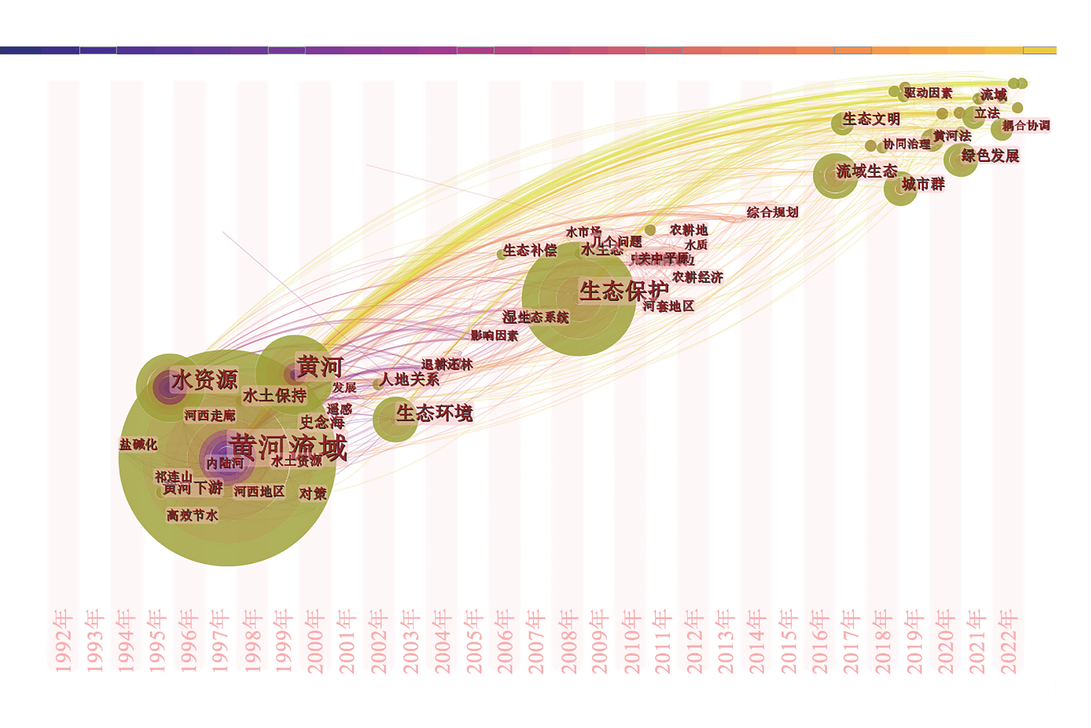


图3 黄河流域人地系统关键词时区分布图谱

Fig. 3 Key words time-zone distribution map of human-land system in the Yellow River Basin

走廊”“祁连山”“水土保持”“高效节水”等关键词，重点围绕水资源高效利用、黄河断流、水沙治理和水污染防治为主要内容的流域生态治理、“人-水”矛盾揭示与水资源供给管理。追溯研究文献，位于黄河中游的黄土高原水土流失成为流域头号生态环境问题[14]。长期以来，人们形成的“唯GDP增长论”指导水资源利用，导致早在20世纪70年代黄河下游断流已成为定态[15]，且断流的频数、历时和长度不断增加[16]，下游河道仅起着汛期短期行洪的功能。同时，流域水资源污染、水质恶化导致污染型缺水，进一步加剧水资源供需矛盾[17]。究其原因，气候暖干、行政分割的水资源管理以及生产用水挤占生态用水的粗放利用模式是黄河断流的重要原因[18]，这些原因背后的根源是流域缺乏系统性的总体布局。为缓解黄河流域水资源供需矛盾和遏制黄河断流形势，国家颁布实施了《黄河水量调度管理办法》，统一管理与调度黄河水资源。可素娟等[19]基于全流域管理视角提出多目标水资源一体化管理机制，强调联合水量水质调度。杨立彬等[20]、张玫等[21]提出跨流域工程供水缓解流域人-水矛盾的具体方案。此外，国家聚焦黄河流域水质和水环境，开展流域水质监测、监管及水污染防治基础研究[22]。然而，以“水”为中心，就水论水的传统措施不能从根本扭转水资源紧缺的问题[23]，黄河治理要“标本兼治，重在治本”[17]。梁吉义[24]基于系统整体论提出解决黄河断流、实现黄河水可持续利用的应战方略与对策。

(2) 人地系统衍生阶段(2001—2007年)。该阶段学者聚焦“生态环境”“人地关系”“退耕还林”等热点，对黄河流域人地系统基本内涵及理论的探索从单一资源开发利用向系统论衍生，为后续研究奠定了良好基础。学者首次探讨人地系统内涵、演变历程、指导思想，明确了人地系统本质是环境-经济复合开放巨系统，强调从系统的角度审视黄河流域人地矛盾问题。研究表明[25]，黄河流域生态基流及其他生态环境需水量的满足，很大程度归功于国家先后实施的天然林保护工程、退耕还林(草)项目和森林生态效益补偿项目等生态工程项目对流域水源涵养能力的提升。

(3) 人地系统深化阶段(2008—2015年)。研究主题聚焦“生态保护”“生态系统”“湿地”“空间格局”“生态功能”“水生态”。习近平总书记指出，当前黄河流域存在的洪水风险威胁、流域生态环境脆弱、水资源保障形势严峻等突出问题，表象在黄河，根子在流域[26]。该阶段学者基于环境-经济复合系统，着力于流域湿地生态系统服务价值评估、空间演变以及影响因素。2010年底，国家实施了《全国主体功能区规划》，强调以国土空间开发和生态补偿为主的生态系统的全面治理和保护[27]。研究表明[28]，分析湿地资源分布特征，构建湿地保护的框架体系[29]，论证湿地保护优先次序对整个黄河流域生态安全具有重要战略意义[30]。另有学者[31]基于流域生态保护农户参与动力不足的现实，提出完善生态补助奖励政策，协调流域上下游均衡发展。该阶段是学者对人地系统研究的进一步深化，突出人对黄河流域生态系统的压力及由此引发的生态环境变化及其对人类社会系统的反馈，经历了由“认识”升华为“理论”的过程。

(4) 人地耦合实践阶段(2016—2022年)。这一阶段，以实现党中央提出的“促进黄河流域生态保护与高质量发展”为目标，聚焦“绿色发展”“生态文明”“城市群”“流域生态”“协同治理”“驱动因素”和“耦合协调”等主题关键词，为人地系统研究提供了坚实可靠的理论支撑，具有重大的理论价值。研究表明[32]，黄河流域生态保护和高质量发展战略的实质是推进以生态文明为统领的流域文明全面复兴。学者就黄河流域绿色高质量发展评价[33]、高质量发展空间格局与空间网络结构特征[34]、人地耦合协调时空演变及驱动因子[35]、城市生态边界及其协调开发等热点进行了积极研究，重点解构人地系统结构及其作用关系[36]，揭示黄河流域绿色产业转型路径及机理[37]，研判“生态保护和高质量发展战略”实施的阻碍因子[38]，探索人地耦合绿色高质量发展实现路径[39]。

3 研究热点

梳理黄河流域人地关系研究文献发现，研究热点从早期的人地系统结构与功能[40-41]，到人地关系评价与演变[4,9]，再到人地协调发展路径[42]，整体遵循“系统结构-系统评价-应用研究”的归纳逻辑。研究方法从单一要素生态承载力评价向“自然-人文”复合系统综合评价深化。

3.1 人地系统数据支撑

人地系统研究的数据来源主要分为传统数据、遥感数据及大数据(表2)。传统社会经济数据来源于实地调查和官方统计数据。随着卫星遥感、无人机航拍、网络追踪、人工智能等技术的快速发展,为开展人地系统研究提供了强有力的数据支撑[38-39]。遥感影像与传统数据的互补,实现了定性、定量数据的结合,提高了数据的精度和广度。大数据具有数据量大、处理速度快、精准性等特征,推动人地系统研究实现空间上的大范围高精度,时间上的动态连续,使人地关系中"以人为本"的研究更加精确全面。

3.2 人地系统结构功能

人地关系地域系统是地球系统科学研究的重要前沿领域[43],为人地系统综合研究提供了新思路与理论框架[44]。梳理人地关系地域系统理论,总结黄河流域人类活动系统(人)和资源环境系统(地)人地关系系统结构及作用关系。从图4看出,人-地系统呈对立统一关系。一方面,"人"系统向"地"系统索取物质资料,并通过人口增长、经济发展和区域开发强度3个方面对"地"系统产生压力[45]。另一方面,"地"系统是人地关系可持续发展的基础保障和重要支撑[40],包括资源环境本底、资源环境承载压力和资源环境治理,同时以环境问题反馈于人类活动系统。刘彦随等[43]从理论、格局、过程、规律的逻辑视域,建立黄河流域人地系统结构与功能理论新认知,为分析人地系统结构及交互关系、人地系统演变过程、机理与格局提供理论范式。赵荣钦[45]阐释了黄河流域生态保护与高质量发展关系的实质是人地关系,生态保护即发挥人的作用提升地的承载力,高质量发展即约束人的行为以缓解地的压力,最后构建人地生命共同体。

3.3 人地系统应用研究

随着研究数据获取途径的日趋多元化和数据采集技术工具的进步,近30 a黄河流域人地关系研究思路、内容与方法也趋于综合化和系统化。

(1) 流域"三生"空间评估

"生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀"的"三生空间"本质是人地关系地域系统演进和分异的结果[46],是国土空间优化的目标和原则[47]。学者重点关注黄河流域"三生空间"功能评价与格局演变。功能评价方面,刘彦随[43]等构建"三生"空间分类与评价体系,解构"三生"空间演化及其耦合特征;逯承鹏[48]划分黄河流域甘肃段县域"三生"功能类别,分析"三生"空间时空分异及优化调控;张玉臻等[49]测度了黄河流域"三生"功能协调性,提出"三生"功能失调区域调控策略。格局演变方面,宋永永等[50]揭示了1980—2018年黄河流域国土空间体现出生产空间持续减小、生活空间不断扩大、生态空间占绝对主体地位的时空格局;李江

表2 人地关系研究数据类型及内容

Tab. 2 Data types and contents of human-land relationship research

数据类型	数据内容
传统数据	人口普查数据、统计年鉴、实地测量、实地采样、土地利用变更调查数据、二调和三调数据等
遥感数据	建筑物占地面积、城市路网分布、土地利用情况、夜间灯光指数、气象数据、地形数据、植被指数、地物类别等
大数据	兴趣点(POI)、兴趣面(AOI)、人口迁徙、人口热力、手机信令数据、网络大数据等

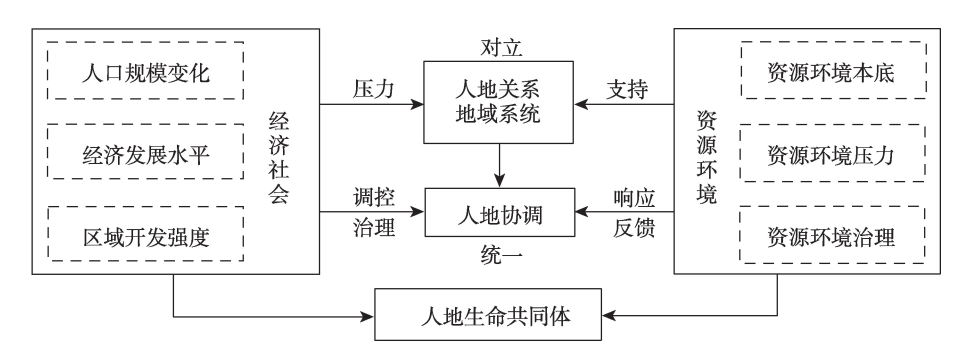


图4 人地关系地域系统理论模式

Fig. 4 Theoretical model of human-land relationship regional system

苏等[51]对比分析黄河流域资源型和非资源型城市的三生空间区域差异，得到与宋永永一致的结论。

（2）流域城市生态系统与经济发展

随着社会发展，人地关系反应剧烈的城市地区成为人地关系典型研究区域。研究表明[52]，黄河流域沿线城市生态足迹与经济增长之间呈现显著的脱钩状态，城市人地关系趋好。同时，学者广泛运用耦合协调模型、相对发展模型和交互胁迫模型[53]、SMI-P模型[54]、空间自相关和地理探测器[55]等方法探讨黄河流域生态环境与经济发展的交互关系、耦合协调机理及时空特征与驱动因素。另有学者运用邻域三支决策方法[56]，构建五位一体理论分析框架、城市生态系统健康评价模型[57]，将黄河流域城市生态类型划分为经济圈核心城市、发展前景城市、潜力城市和边缘城市等类型，初步揭示了城市生态化建设的空间格局，识别了城市生态系统健康时空演变特征，探究流域城市生态化建设多维提升路径。

（3）人地系统与流域国土空间开发

国土空间是人类生存和发展的主阵地，也是经济社会发展的重要载体[58]。黄河流域自然本底是国土空间开发与保护格局形成的重要地理基础[50]。首先，学者基于“地”系统要素，开展流域资源本底特征及安全性评价，如左其亭等[59]和尚文绣等[60]分别对黄河流域62个地级行政区和8省（区）的水资源及其生态安全进行了评价与诊断；肖骁等[61]对黄河流域中上游林草生态系统调节服务价值进行了评估。其次，学界关注流域“三生”空间土地类型转换、开发潜力与环境效应。如宋永永等[50]揭示了1980—2018年不同时段黄河流域国土空间开发格局，发现黄河流域生产空间缩小，生活空间不断扩大，生态空间呈现波动变化，国土空间开发临近超载[62]；另有学者[63]基于流域低碳发展，关注黄河流域碳排放效率区域差异与收敛效应。

（4）流域人地协调与高质量发展评价

促进人地系统协调与可持续发展是黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略的核心[43]，人地协调与空间协调是流域高质量发展的关键[36]。人地协调方面，学者尤为关注人地耦合协调评价。评价方法从常规的耦合协调分析，向立体式可视化的空间分析转变[64]。评价维度以传统的“生态-经济”二维协调评价，向“生态-经济-社会”的三维协同管控，再到“人口-资源-环境-发展”多维协调不断延伸拓展[65]。空间协调方面，黄河流域高质量发展水平测度与时空演化成为学界关注的焦点。学者以创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念为基本遵循[66]，突出多模型集成，运用标准差椭圆[50]、空间自相关[67]、地理探测器等现代分析工具，探究黄河流域高质量绿色发展及时空演变。

4 人地系统研究趋势

突现词是指在某段时间内频次快速增长的关键词。关键词的突现强度越高代表短时间内出现的频次越高，持续时间越长说明研究热度越高[68]。Sigma指数结合突现性和中心性综合考量关键词的新颖性，反映研究领域的前沿性[12]，sigma=(中心度+1)^{突现强度}。中心度反映关键词在共词网络中所处地位及其重要性。利用CiteSpace所提供的突现词探测功能，提炼出黄河流域人地系统研究文献主题词的突现词，把握该领域的研究前沿和发展趋势。

由表3看出，黄河流域人地系统领域的前沿热点主要有黄河、水资源、地理环境、空间格局、绿色发展和城市群，其突现强度介于1.01~7.18。热度持续时间最长的关键词是“水资源”（1998—2016年），其次为黄河（2005—2016年），sigma值高达2.15。水资源和黄河2个热点主题的研究起步早、持续时间长，中心度分别为0.10和0.22，远高于临界值0.01[12]，历来是社会普遍关注的热点。治理黄河，重在保

表3 黄河流域人地系统研究突现词

Tab. 3 Burst terms of human-land relationship research in Yellow River Basin

关键词	黄河	水资源	地理环境	空间格局	绿色发展	城市群
中心度	0.22	0.10	0.10	0.05	0.02	0.00
突现强度	3.85	7.18	1.01	1.07	2.06	1.44
持续时间	2005—2016年	1998—2016年	2002—2012年	2009—2019年	2019—2021年	2020—2022年
Sigma	2.15	1.98	1.10	1.00	1.04	1.00

护、要在治理[26],黄河文明复兴的核心是绿色高质量发展[32]。为此,国家颁布实施《黄河流域生态保护与高质量发展规划纲要》为实现黄河长治久安幸福河和黄河流域绿色高质量发展的目标提供努力方向。绿色发展和城市群分别以2.06和1.44的突现强度正成为流域人地系统的研究热词和前沿领域。

十八大以来,生态文明建设提升至国家战略,纳入中国特色社会主义事业"五位一体"总体布局,强调建设生态文明是中华民族永续发展的千年大计,重塑"山水林田湖草沙冰"生命共同体理念。"地理环境"与"空间格局"以1.01和1.07的突现强度和近10 a的持续时长成为黄河流域人地系统研究的重要内容(表3)。在生态文明建设的时代背景下,科学系统评价流域生态安全、流域地理要素格局演化[50]、人地系统耦合机理与调控途径[69]等领域具有广阔的研究前景。今后,人地系统研究不仅需要分析流域自然过程,更需要深化自然过程与社会经济过程的尺度匹配与转换方法[69]。其中,人地系统耦合模型是人地系统研究的关键工具。近年来,学者相继提出资源环境承载力、生态足迹、脱钩指数、系统动力学、能值分析、综合集成评价等人地关系评价方法模型[44]。新时代人地系统研究应迎合大数据时代,促进"地理过程与大数据机器学习相结合"[70],更精确模拟及预测复杂人地系统关系。

5 结论及展望

本研究基于文献计量分析法,对1992—2022年黄河流域人地系统研究的脉络、热点及趋势进行了评述,结果表明:(1) 黄河流域人地系统研究历来是社会关注的热点,研究起步早、内容丰富,尤其2019年以来理论研究与实践探索均达到前所未有的新高度。(2) 黄河流域人地系统研究脉络可分为4个阶段:人地系统初识阶段、衍生阶段、深化阶段以及耦合实践阶段。各阶段关注点从初识阶段的流域人水矛盾、水污染治理为主向水生态环境、生态系统价值评估、人-地系统耦合等流域要素协同治理、统筹推进转变。(3) 人地系统研究热点从早期的人地系统结构与功能,到人地关系评价与演变,再到人地协调发展路径,整体遵循"系统结构-系统评价-应用研究"的归纳逻辑。当前学界重点关注流域"三生"空间评估、城市生态系统与经济发展、人地系统与国土空间开发、人地协调与高质量发展评价,同时注重研究数据与方法的集成。(4) 生态文明大背景下,黄河流域人地系统研究将聚焦黄河、水资源、地理环境、空间格局、绿色发展和城市群等关键词,具体开展流域生态安全系统评价、流域地理要素格局演化、人地系统耦合机理与调控途径等领域。

目前,黄河流域人地系统研究积累了大量的实践经验与理论基础,"两山"理论的提出和《黄河流域生态保护与高质量发展规划纲要》的颁布,将流域人地系统研究推向新高度。然而,新时代下人地系统研究的理论创新与实践创新仍然必需。主要集中在以下几个方面:(1) 研究领域不断明细和延伸。以地理学思维为本质,研究领域注重生态、工程、环境、经济、地理等多学科领域的交叉融合。在遵循基本研究范式的前提下,建立与其他研究范式接口,搭建从微观到宏观跨尺度的研究范式,以更系统综合的研究人地系统。研究内容应从单一资源高效利用向国土资源空间开发转变,尤为注重山水林田湖草沙冰一体化治理和系统保护。(2) 重视并开发分析工具的创新与应用。知识图谱因其自身局限性,仍需与传统的文献分析法结合,重视实证研究,包括广泛采用的结构模型、脱钩模型、生态产品价值实现,同时重视新的研究方法、数据的发掘与应用,如基于"经济理性"改进的"生态理性""价值-信念-规范""环境心理学"已发展为主流分析工具。(3) 构建更为综合的理论研究体系。流域人地系统相互作用的机理是一个复杂的动态系统,对热点及时跟踪研究有效回应现实关切问题的同时,需要更为综合系统的理论体系建立。当前土地资源、水资源等单因素研究较多,但综合集成性研究体系还较少,需要加强综合集成性研究,更好地促使经济社会中人类活动和环境系统的协调发展。

参考文献(References)

[1] 杨青山, 梅林. 人地关系、人地关系系统与人地关系地域系统[J]. 经济地理, 2001, 21(5): 532-537. [Yang Qingshan, Mei Lin. Human-activity-geographical-environment relationship, its system and its regional system[J]. Economic Geography, 2001, 21(5): 532-537.]

[2] 李小云, 杨宇, 刘毅, 等. 中国人地关系的系统结构及2050年趋势模拟[J]. 地理科学, 2021, 41(2): 187-197. [Li Xiaoyun, Yang Yu, Liu Yi, et al. The systematic structure and trend simulation of China's man-land relationship until 2050[J]. Scientia Geographica Sinica, 2021, 41(2): 187-197.]

[3] 杨君, 郝晋珉, 匡远配, 等. 基于和谐思想的人地关系研究述评[J]. 生态经济, 2010(1): 186-190. [Yang Jun, Hao Jinmin, Kuang Yuanpei, et al. Review of man-land relationship based on coordination idea[J]. Ecological Economy, 2010(1): 186-190.]

[4] 邓祥征, 金贵, 何书金, 等. 发展地理学研究进展与展望[J]. 地理学报, 2020, 75(2): 226-239. [Deng Xiangzheng, Jin Gui, He Shujin, et al. Research progress and prospect on development geography[J]. Acta Geographica Sinica, 2020, 75(2): 226-239.]

[5] 金凤君, 靳海涛. 人文-经济地理学的学科融合和创新[J]. 地理科学进展, 2018, 37(3): 309-316. [Jin Fengjun, Jin Haitao. Integration and innovation paths of human geography[J]. Progress in Geography, 2018, 37(3): 309-316.]

[6] 潘玉君. 人地关系地域系统协调共生应用理论初步研究[J]. 人文地理, 1997(3): 79-83. [Pan Yujun. An initial study on applied theory of the coordinate paragenesis in the man-land relationship's regional system[J]. Human Geography, 1997(3): 79-83.]

[7] 李小云, 杨宇, 刘毅. 中国人地关系的历史演变过程及影响机制[J]. 地理研究, 2018, 37(8): 1495-1514. [Li Xiaoyun, Yang Yu, Liu Yi. The evolution process and its mechanism of man-land relationship in China[J]. Geographical Research, 2018, 37(8): 1495-1514.]

[8] 毛汉英. 人地系统优化调控的理论方法研究[J]. 地理学报, 2018, 73(4): 608-619. [Mao Hanying. Theories and methods of optimal control of human-earth system[J]. Acta Geographica Sinica, 2018, 73(4): 608-619.]

[9] 李后强, 艾南山, 汪富泉, 等. 人地协同论:可持续发展模型构建的基础[J]. 中国人口·资源与环境, 1998, 8(3): 51-56. [Li Houqiang, Ai Nanshan, Wang Fuquan, et al. On sustainable development strategy and the human-earth synergetics[J]. China Population, Resources and Environment, 1998, 8(3): 51-56.]

[10] 张冉, 王义民, 畅建霞, 等. 基于水资源分区的黄河流域土地利用变化对人类活动的响应[J]. 自然资源学报, 2019, 34(2): 274-287. [Zhang Ran, Wang Yimin, Chang Jianxia, et al. Response of land use change in the Yellow River Basin to human activities based on water resource zoning[J]. Journal of Natural Resources, 2019, 34(2): 274-287.]

[11] 徐辉, 师诺, 武玲玲, 等. 黄河流域高质量发展水平测度及其时空演变[J]. 资源科学, 2020, 42(1): 115-126. [Xu Hui, Shi Nuo, Wu Lingling, et al. High-quality development level and its spatiotemporal changes in the Yellow River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(1): 115-126.]

[12] 王建勋, 华丽, 邓世超, 等. 基于CiteSpace国内干旱遥感监测的知识图谱分析[J]. 干旱区地理, 2019, 42(1): 154-161. [Wang Jianxun, Hua Li, Deng Shichao, et al. Knowledge structure analysis of drought monitoring using remote sensing technology in China based on CiteSpace[J]. Arid Land Geography, 2019, 42(1): 154-161.]

[13] 刘章生, 祝水武, 刘桂海. 国内生态资本文献计量研究[J]. 生态学报, 2021, 41(4): 1680-1691. [Liu Zhangsheng, Zhu Shuiwu, Liu Guihai. Econometric study of domestic ecological capital literature [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(4): 1680-1691.]

[14] 李宗善, 杨磊, 王国梁, 等. 黄土高原水土流失治理现状、问题及对策[J]. 生态学报, 2019, 39(20): 7398-7409. [Li Zongshan, Yang Lei, Wang Guoliang, et al. The management of soil and water conservation in the Loess Plateau of China: Present situations, problems, and counter-solutions[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39 (20): 7398-7409.]

[15] 叶青超. 黄河断流对三角洲环境的恶性影响[J]. 地理学报, 1998, 53(5): 3-10, 99. [Ye Qingchao. The vicious influence of the cut-off of the Yellow River on the delta environment[J]. Acta Geographica Sinica, 1998, 53(5): 3-10, 99.]

[16] 吴凯, 谢贤群, 刘恩民. 黄河断流概况、变化规律及其预测[J]. 地理研究, 1998, 17(2): 14-19. [Wu Kai, Xie Xianqun, Liu Enmin. On the general situation, the changing regularities and the forecast of the absence of flow in the Yellow River[J]. Geographical Research, 1998, 17(2): 14-19.]

[17] 刘颖秋. 关于黄河开发与治理的几点看法[J]. 人民黄河, 1999, 21(11): 28-30. [Liu Yingqiu. Some opinions on the development and control of the Yellow River[J]. Yellow River, 1999, 21(11): 28-30.]

[18] 张保祥, 李福林. 黄河断流的成因与对策探析[J]. 中国农村水利水电, 1998(10): 1-3. [Zhang Baoxiang, Li Fulin. Analysis on the causes and countermeasures of the Yellow River cutoff[J]. China Rural Water and Hydropower, 1998(10): 1-3.]

[19] 可素娟, 周康军. 黄河流域水资源一体化管理机制研究[J]. 人民黄河, 2007, 257(1): 5-7. [Ke Sujuan, Zhou Kangjun. Study on the integrated management mechanism of water resources in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2007, 257(1): 5-7.]

[20] 杨立彬, 王煜, 张玫, 等. 跨流域向黄河调水措施综合研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(10): 85-87. [Yang Libin, Wang Yu, Zhang Mei, et al. Integrated study on inter-basin water diversion measures to the Yellow River[J]. Yellow River, 2013, 35(10): 85-87.]

[21] 张玫, 杨慧娟, 陈红莉. 跨流域向黄河调水的必要性与方案[J]. 人民黄河, 2013, 35(10): 88-90. [Zhang Mei, Yang Huijuan, Chen Hongli. Necessary and precept of inter-basin water diversion to the Yellow River[J]. Yellow River, 2013, 35(10): 87-90.]

[22] 董保华. 河水资源保护30年回顾与展望[J]. 人民黄河, 2006, 28 (11): 1-2, 13. [Dong Baohua. Review and prospect of river water resources protection in 30 years[J]. Yellow River, 2006, 28(11): 1-2, 13.]

[23] 李新文, 陈强强, 景喆. 甘肃河西内陆河流域社会化水资源稀缺

评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2005, 15(6): 85-89. [Li Xinwen, Chen Qiangqiang, Jing Zhe. Assessment of social water scarcity in the continental river basin of Hexi, Gansu Province[J]. China Population, Resources and Environment, 2005, 15(6): 85-89.]

[24] 梁吉义. 解决黄河断流问题的系统整体方略[J]. 中国软科学, 1999(9): 5-9. [Liang Jiyi. The overall strategy of the system to solve the problem of the Yellow River cutoff[J]. China Soft Science, 1999(9): 5-9.]

[25] 赵麦换, 张新海, 张晓华. 黄河河道内生态环境需水量分析[J]. 人民黄河, 2011, 33(11): 58-60. [Zhao Maihuan, Zhang Xinhai, Zhang Xiaohua. Analysis of eco-environmental water demand in the Yellow River[J]. Yellow River, 2011, 33(11): 58-60.]

[26] 习近平. 在黄河流域生态保护和高质量发展座谈会上的讲话[J]. 中国水利, 2019(20): 1-3. [Xi Jinping. Speech at the symposium on ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin[J]. China Water Resources, 2019(20): 1-3.]

[27] 袁巍. 流域生态补偿与黄河流域保护[J]. 环境保护, 2011, 476(18): 27-29. [Yuan Wei. Ecological compensation and protection of the Yellow River Basin[J]. Environmental Protection, 2011, 476(18): 27-29.]

[28] 王瑞玲, 连煜, 王新功, 等. 黄河流域水生态保护与修复总体框架研究[J]. 人民黄河, 2013, 35(10): 107-110, 114. [Wang Ruiling, Lian Yu, Wang Xingong, et al. Study on the overall framework of water ecological protection and restoration of the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2013, 35(10): 107-110, 114.]

[29] 黄翀, 刘高焕, 王新功, 等. 黄河流域湿地格局特征、控制因素与保护[J]. 地理研究, 2012, 31(10): 1764-1774. [Huang Chong, Liu Gaohuan, Wang Xingong, et al. Pattern characteristics, control factors and protection of wetland in the Yellow River Basin[J]. Geography Research, 2012, 31(10): 1764-1774.]

[30] 王瑞玲, 连煜, 黄锦辉, 等. 黄河重要湿地生态功能评价及优先保护次序研究[J]. 水利水电技术, 2013, 44(11): 14-19. [Wang Ruiling, Lian Yu, Huang Jinhui, et al. Evaluation on eco-function of important wetlands of Yellow River and study on their preferential protection sequence[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2013, 44(11): 14-19.]

[31] 接玉梅, 葛颜祥, 徐光丽. 黄河下游居民生态补偿认知程度及支付意愿分析——基于对山东省的问卷调查[J]. 农业经济问题, 2011(8): 95-101. [Jie Yumei, Ge Yanxiang, Xu Guangli. Analysis of residents' awareness of ecological compensation and willingness to pay in the lower reaches of the Yellow River: Based on a questionnaire survey in Shandong Province[J]. Issues in Agricultural Economy, 2011(8): 95-101.]

[32] 李海生, 张惠远, 张强, 等. 以生态文明引领黄河文明复兴[J]. 环境保护, 2021, 49(增刊1): 54-57. [Li Haisheng, Zhang Huiyuan, Zhang Qiang, et al. Leading the civilization river of the Yellow River Basin with ecological civilization[J]. Environmental Protection, 2021, 49(Suppl. 1): 54-57.]

[33] 乔瑞, 董锋, 安泰龙. 黄河流域绿色发展水平评价及障碍因素分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(23): 72-76. [Qiao Rui, Dong Feng, An Tailong. Evaluation of green development level and analysis of obstacles in the Yellow River Basin[J]. Statistics & Decision, 2021, 37(23): 72-76.]

[34] 马静, 刘洋, 王艳. 黄河流域高质量发展空间格局与网络结构特征[J]. 统计与决策, 2021, 37(19): 125-128. [Ma Jing, Liu Yang, Wang Yan. Spatial pattern and network structure characteristics of high-quality development in the Yellow River Basin[J]. Statistics & Decision, 2021, 37(19): 125-128.]

[35] 赵敏. 黄河流域城市高质量发展系统耦合协调度时空演变及驱动力研究[J]. 统计与信息论坛, 2021, 36(10): 33-40. [Zhao Min. The spatio-temporal evolution and driving forces of the coupling coordination degree of urban high-quality development system in the Yellow River Basin[J]. Journal of Statistics and Information, 2021, 36(10): 33-40.]

[36] 李小建, 文玉钊, 李元征, 等. 黄河流域高质量发展:人地协调与空间协调[J]. 经济地理, 2020, 40(4): 1-10. [Li Xiaojian, Wen Yuzhao, Li Yuanzheng, et al. High-quality development of the Yellow River Basin from a perspective of economic geography: Man-land and spatial coordination[J]. Economic Geography, 2020, 40(4): 1-10.]

[37] 金凤君, 马丽, 许堞, 等. 黄河流域产业绿色转型发展的科学问题与研究展望[J]. 中国科学基金, 2021, 35(4): 537-543. [Jin Fengjun, Ma Li, Xu Die, et al. Scientific issues and research prospects of industries green transformation of the Yellow River Basin[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2021, 35(4): 537-543.]

[38] 岳立, 任婉瑜, 姚小强. 黄河流域城市绿色水资源效率时空变化及其影响因素—基于河流生态水文分区的视角[J]. 工业技术经济, 2021, 40(10): 15-22. [Yue Li, Ren Wanyu, Yao Xiaoqiang. Spatiotemporal change of urban green water resources efficiency and its influencing factors in the Yellow River Basin: Based on the perspective of river eco hydrological regionalization[J]. Journal of Industrial Technological Economics, 2021, 40(10): 15-22.]

[39] 陈家涛, 张坤鹏, 苗长虹. 高质量发展背景下黄河流域中下游绿色生产率时空分异研究[J]. 人文地理, 2021, 36(5): 138-147. [Chen Jiatao, Zhang Kunpeng, Miao Changhong. Spatial-temporal differentiation of green productivity in the middle and lower reaches of the Yellow River Basin under the background of high-quality development[J]. Human Geography, 2021, 36(5): 138-147.]

[40] 吴传钧. 人地关系地域系统的理论研究及调控[J]. 云南师范大学学报, 2008, 40(2): 1-3. [Wu Chuanjun. Theoretical research and regulation of regional system of man-land relationship[J]. Journal of Yunnan Normal University, 2008, 40(2): 1-3.]

[41] 方创琳. 区域人地系统的优化调控与可持续发展[J]. 地学前缘, 2003(4): 629-635. [Fang Chuanglin. The optimal control of regional human-earth system and its sustainable development[J]. Earth

Science Frontiers, 2003(4): 629-635.]

[42] 曹乃刚, 赵林, 高晓彤. 黄河三角洲县域绿色经济效率的时空演变与驱动机制[J]. 应用生态学报, 2021, 32(9): 3299-3310. [Cao Naigang, Zhao Lin, Gao Xiaotong. Spatio-temporal evolution and driving mechanism of green economic efficiency at county level in the Yellow River Delta, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2021, 32(9): 3299-3310.]

[43] 刘彦随, 夏军, 王永生, 等. 黄河流域人地系统协调与高质量发展[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2022, 52(3): 357-370. [Liu Yansui, Xia Jun, Wang Yongsheng, et al. Coordinated human-earth system and high-quality development in Yellow River Basin [J]. Journal of Northwest University (Natural Science Edition), 2022, 52(3): 357-370.]

[44] 李扬, 汤青. 中国人地关系及人地关系地域系统研究方法述评[J]. 地理研究, 2018, 37(8): 1655-1670. [Li Yang, Tang Qing. Review for the methodologies on man-land relationship and man-land areal system in China[J]. Geographical Research, 2018, 37 (8): 1655-1670.]

[45] 赵荣钦. 黄河流域生态保护和高质量发展的关键: 人地系统的优化[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2020, 41(3): 1-6. [Zhao Rongqin. The key to ecological protection and high quality development in the Yellow River Basin: Optimization of human-land systems[J]. Journal of North China University of Water Resources and Electric Power (Natural Science Edition), 2020, 41(3): 1-6.]

[46] 林洁. 福建省三生空间分类评价和时空格局分析[J]. 农业灾害研究, 2021, 11(10): 178-180. [Lin Jie. Classification evaluation and spatio-temporal pattern analysis of production-ecological space in Fujian Province[J]. Journal of Agricultural Catastrophology, 2021, 11(10): 178-180.]

[47] 刘继来, 刘彦随, 李裕瑞. 中国"三生空间"分类评价与时空格局分析[J]. 地理学报, 2017, 72(7): 1290-1304. [Liu Jilai, Liu Yansui, Li Yurui. Classification evaluation and spatial-temporal analysis of "production-living-ecological" spaces in China[J]. Acta Geographica Sinica, 2017, 72(7): 1290-1304.]

[48] 逯承鹏, 纪薇, 刘志良, 等. 黄河流域甘肃段县域"三生"功能空间时空格局及影响因素识别[J]. 地理科学, 2022, 42(4): 579-588. [Lu Chengpeng, Ji Wei, Liu Zhiliang, et al. Spatial-temporal pattern and influencing factors of the "production-living-ecological" functional space of the Yellow River Basin at county level in Gansu, China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2022, 42(4): 579-588.]

[49] 张玉臻, 陈阳, 王洁, 等. 黄河流域"三生"功能协调性测度及其差异性优化调控[J]. 农业工程学报, 2021, 37(12): 251-261, 321. [Zhang Yuzhen, Chen Yang, Wang Jie, et al. Coordinate degree and differential optimizing "production-living-ecological" function in the Yellow River Basin[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2021, 37(12): 251-261, 321.]

[50] 宋永永, 薛东前, 夏四友, 等. 近40 a黄河流域国土空间格局变化特征与形成机理[J]. 地理研究, 2021, 40(5): 1445-1463. [Song Yongyong, Xue Dongqian, Xia Siyou, et al. Change characteristics and formation mechanism of the territorial spatial pattern in the Yellow River Basin from 1980 to 2018, China[J]. Geographical Research, 2021, 40(5): 1445-1463.]

[51] 李江苏, 孙威, 余建辉. 黄河流域三生空间的演变与区域差异——基于资源型与非资源型城市的对比[J]. 资源科学, 2020, 42(12): 2285-2299. [Li Jiangsu, Sun Wei, Yu Jianhui. Change and regional differences of production-living-ecological space in the Yellow River Basin: Based on comparative analysis of resource-based and non-resource-based cities[J]. Resources Science, 2020, 42(12): 2285-2299.]

[52] 李瑞, 刘腾花. 黄河流域沿线城市生态足迹与经济增长脱钩关系及影响因素分析[J]. 贵州财经大学学报, 2021, 212(3): 103-111. [Li Rui, Liu Tenghua. Analysis of the decoupling relationship between ecological footprint and economic growth of cities along the Yellow River Basin and influencing factors[J]. Journal of Guizhou University of Finance and Economics, 2021, 212(3): 103-111.]

[53] 云小鹏. 黄河流域城镇化与生态环境耦合协调测度及交互关系研究[J]. 经济问题, 2022(8): 86-95. [Yun Xiaopeng. Coupling coordination measurement and interactive coercing verification between urbanization and eco-environment in the Yellow River Basin [J]. On Economic Problems, 2022(8): 86-95.]

[54] 张力隽, 白云龙, 田林, 等. 沿黄城市群生态保护与高质量发展协同度研究[J]. 人民黄河, 2022, 44(4): 15-19. [Zhang Lijun, Bai Yunlong, Tian Lin, et al. Research on the coordination degree of ecological protection and high-quality development of urban agglomerations along the Yellow River[J]. Yellow River, 2022, 44(4): 15-19.]

[55] 孙久文, 崔雅琪, 张皓. 黄河流域城市群生态保护与经济发展耦合的时空格局与机制分析[J]. 自然资源学报, 2022, 37(7): 1673-1690. [Sun Jiuwen, Cui Yaqi, Zhang Hao. Spatio-temporal pattern and mechanism analysis of coupling between ecological protection and economic development of urban agglomerations in the Yellow River Basin[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37 (7): 1673-1690.]

[56] 张晓琴, 李宇, 陈佳佳. 基于三支决策的黄河流域城市高质量发展研究[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(1): 100-112. [Zhang Xiaoqin, Li Yu, Chen Jiajia. Research on high quality development of cities in Yellow River Basin based on three-way decisions[J]. Journal of Statistics and Information, 2022, 37(1): 100-112.]

[57] 谷瑞丽, 多玲花, 邹自力, 等. 黄河下游城市群生态系统健康时空演变特征研究[J]. 水土保持通报, 2022, 42(6): 285-292. [Gu Ruili, Duo Linghua, Zou Zili, et al. Spatial and temporal evolutionary characteristics of ecosystem health in the Lower Yellow River urban agglomeration[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation,

2022, 42(6): 285-292.]

[58] 肖金成, 欧阳慧. 优化国土空间开发格局研究[J]. 经济学动态, 2012(5): 18-23. [Xiao Jincheng, Ouyang Hui. Research on optimizing the pattern of land space development[J]. Economic Perspectives, 2012(5): 18-23.]

[59] 左其亭, 杨振龙, 曹宏斌, 等. 基于SMI-P方法的黄河流域水生态安全评价与分析[J]. 河南师范大学学报(自然科学版), 2022, 50(3): 10-19, 165. [Zuo Qiting, Yang Zhenlong, Cao Hongbin, et al. Evaluation and analysis of water ecological security in the Yellow River Basin based on SMI-P method[J]. Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition), 2022, 50(3): 10-19, 165.]

[60] 尚文绣, 尚弈, 严登明, 等. 基于模糊逻辑的黄河流域水安全综合评价方法研究[J]. 水利学报, 2022, 53(3): 369-378. [Shang Wenxiu, Shang Yi, Yan Dengming, et al. Comprehensive assessment method of water security in Yellow River Basin based on fuzzy logic[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2022, 53(3): 369-378.]

[61] 肖骁, 李京忠, 杨新军, 等. 黄河流域中上游林草生态调节服务功能价值核算[J]. 生态学报, 2022, 42(19): 7830-7844. [Xiao Xiao, Li Jingzhong, Yang Xinjun, et al. Evaluation of forest-grassland ecosystem services value in the upper and middle reaches of the Yellow River Basin, China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(19): 7830-7844.]

[62] 黄贤金, 陈逸, 赵雲泰, 等. 黄河流域国土空间开发格局优化研究——基于国土开发强度视角[J]. 地理研究, 2021, 40(6): 1554-1564. [Huang Xianjin, Chen Yi, Zhao Yuntai, et al. Optimization on land spatial development pattern in the Yellow River Basin: From the perspective of land development intensity[J]. Geographical Research, 2021, 40(6): 1554-1564.]

[63] 宋敏, 邹素娟. 黄河流域碳排放效率的区域差异、收敛性及影响因素[J]. 人民黄河, 2022, 44(8): 6-12, 56. [Song Min, Zou Sujuan. Regional differences, convergence and influencing factors of carbon emissions efficiency in the Yellow River Basin[J]. Yellow River, 2022, 44(8): 6-12, 56.]

[64] 朱纹君, 韩美, 魏丹妮, 等. 黄河三角洲人地关系协调度时空演变及其驱动机制[J]. 水土保持研究, 2023, 30(1): 388-396. [Zhu Wenjun, Han Mei, Wei Danni, et al. Spatiotemporal evolution and driving mechanism of human-environment coordination in the Yellow River Delta[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2023, 30(1): 388-396.]

[65] 陈妍, 侯鹏, 王媛, 等. 生态保护地协同管控成效评估[J]. 自然资源学报, 2020, 35(4): 779-787. [Chen Yan, Hou Peng, Wang Yuan, et al. Evaluation of protection effect of coordinated management of different kinds of nature reserves[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(4): 779-787.]

[66] 黄敦平, 叶蕾. 黄河流域城市经济高质量发展综合评价[J]. 统计与决策, 2022, 38(19): 103-106. [Huang Dunping, Ye Lei. Comprehensive evaluation of high-quality development of urban economy in the Yellow River Basin[J]. Statistics & Decision, 2022, 38(19): 103-106.]

[67] 陈洪章, 曾冰, 郭虹. 黄河流域县域经济时空分异及影响因素——来自夜间灯光数据的检验[J]. 经济地理, 2022, 42(11): 37-44. [Chen Hongzhang, Zeng Bing, Guo Hong. Spatial-temperal pattern evolution and driving factors of county economy in the Yellow River Basin: Based on the analysis of night light data[J]. Economic Geography, 2022, 42(11): 37-44.]

[68] 周春山, 陈楷锐, 白克拉木·孜克利亚. 基于科学知识图谱的干旱区城镇化文献计量分析[J]. 干旱区地理, 2022, 45(2): 578-592. [Zhou Chunshan, Chen Kairui, Zikirya Bahram. Visual analysis of urbanization in arid land based on CiteSpace[J]. Arid Land Geography, 2022, 45(2): 578-592.]

[69] 傅伯杰, 王帅, 沈彦俊, 等. 黄河流域人地系统耦合机理与优化调控[J]. 中国科学基金, 2021, 35(4): 504-509. [Fu Bojie, Wang Shuai, Shen Yanjun, et al. Man-land system coupling mechanism and optimal regulation in the Yellow River Basin[J]. China Science Foundation, 2021, 35(4): 504-509.]

[70] Karpatne A, Ebert-Uphoff I, Ravela S, et al. Machine learning for the geosciences: challenges and opportunities[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2018, 31(8): 1544-1554.

Studies of the human-land system in the Yellow River Basin for 30 years: Context, hotspots and prospects

CHEN Qiangqiang[1,2], YANG Ling[1]

(1. College of Finance and Economics, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, Gansu, China; 2. Research Center for Ecological Construction and Environmental Protection of Gansu Province, Lanzhou 730070, Gansu, China)

Abstract: The Yellow River Basin is an important ecological barrier in China, and its ecological protection and high-quality development are major national strategies. By taking CNKI database as basic data, in this study, CiteSpace and Origin software were employed for the statistical analysis of core journals and core scholars, and the basic status, evolution, research hotspots, and frontier trends of the research on the human-land system in the Yellow River Basin were summarized. The results revealed that: (1) From 1992 to 2022, the study on the human-land system in the Yellow River Basin started earlier, but the average annual volume of documents fluctuated at a low level; the research on the human-land system had entered a new stage until 2019, and the research literature had increased rapidly. The human-land relationship in the Yellow River Basin followed the "cognition-derivation-deepening-coupling" progressive evaluation, and the application research evolved along the direction of "basin production-living-ecological space evaluation", "urban ecosystem and economic development," "human-land system and land space development," and "human-land coordination and high-quality development evaluation." (2) Based on the logic of "system structure-system evaluation-practical application," the research hotspots were sorted. The research hotspots were transformed from a sustainable "status quo" assessment to "forward" driving factors and mechanisms and "backward" path selection research. The research methods were transformed from traditional coupling coordination analysis to the three-dimensional visual spatial analysis. The research data tended to be integrated with traditional data, remote sensing data, and large data. (3) Future research should be optimized and deepened in the direction of "extending a research field," "attaching importance to development tools," "building a comprehensive and integrated research system," and "strengthening regional development" for promoting the in-depth development of the human-land system theory and provide a new perspective for the human-land system research system in the Yellow River Basin.

Key words: Yellow River Basin; human-land system; research progress; CiteSpace